

リン除去機能を付与したセメント系覆砂材の性能評価に関する研究

Study on the functional evaluation of phosphorous removal ability of functioned overlaying sand made of cement binder

○ 兵頭 正浩*, 芦田 英聖**, 桑原 智之***, 佐藤 周之****, 野中 資博***

○HYODO Masahiro*, ASHIDA Hidemasa**, KUWABARA Tomoyuki***, SATO Shushi**** and NONAKA Tsuguhiro***

1. はじめに

停滞・閉鎖水域において悪化した水環境を修復するためには、河川等を通じて陸域から水域内へ流入する栄養塩類（外部負荷）と、当該水域内に蓄積後、徐々に溶出する栄養塩類（内部負荷）の両者への対策が必要となる。外部負荷対策としては、従来の点源対策と併せて、現在では面源対策を含めた流域水環境管理の必要性が認識されはじめている。その一例としては、従来から生態系の持つ水質浄化機能を利用するという生態環境工学的手法が挙げられるが、この技術は単なる面源対策技術としてのみではなく、流域の水環境保全という観点に立った生物多様性の確保も併せて狙うことができ、今後さらに重要な技術につながると考えられる。

また、内部負荷対策としては、従来から浚渫や覆砂などが行われてきた。しかし、浚渫のように水底に堆積した底泥を一度に系外排出すると、植生に対して栄養素の供給源となっていた底泥がなくなり、生態系バランスを崩す恐れがあることや、系外排出した底泥の後処理が問題となる。また、底泥への覆砂は、溶出する栄養塩類の抑制や生物が生息しやすい底質環境が整備されるなどのメリットを有しているが、海砂や山砂の天然資源の枯渇問題が危惧されており、今後は資材確保が大きな課題となる。

一方、コンクリート解体時に発生する解体コンクリート微粒分は、未だに産業廃棄物として処分されており、再資源化方法について早急に検討する必要がある。本研究では、解体コンクリート微粒分（FDC : Fine Demolished Concrete）をセメントバインダーで新たに造粒化し、その利用性について検討をした。解体コンクリートにはリン除去機能を有していることが明らかとなっており¹⁾、単なる覆砂としてのみではなく、リン除去効果も併せて期待できる。

表-1 セメント系覆砂材の配合
Mix proportion of overlaying sand made of cement binder

| | C(g) | FDC(g) | W(g) | W/F(%) |
|------|------|--------|------|--------|
| Cont | 40 | 160 | 45 | 225 |

ただし、C: 微粉高炉スラグセメント、FDC: 解体コンクリート微粒分 (0.6mm 以下)、W: 水道水、W/F: 水粉体比

そこで、セメントおよび FDC を練混ぜて造粒し、作製したセメント系覆砂材による基礎的なリン除去性能を評価した。さらに、セメント系覆砂材の性能を向上させる手法についても、特に表面状態の改質に主眼を置いて検討した。

2. 実験の概要

本実験で用いたセメント系覆砂材の配合を表-1 に示す。作製方法は、各種材料を空練した後に、水を加えて練り混ぜたものをマルメライザー（ダルトン製）に投入し造粒した。その後、セメント系覆砂材に乾燥収縮を生じさせるために 100, 300, 450°C に設定した炉乾燥機に入れ 24 時間焼成した。また、造粒後、20°C で 24 時間湿潤養生したものをコントロールとした。24 時間の焼成および湿潤養生後に、5 日間の水中養生を行ったものをセメント系覆砂材とした。

各種セメント系覆砂材のリン除去性能を評価するために、10mg/L のリン酸水溶液 2L 中に、セメント系覆砂材を 5g 入れ、マグネティックスターラーで攪拌し、経時的 (0, 1, 2, 4, 8, 12, 24, 48 時間後) に水溶液を採取し、リン酸イオン濃度をモリブデン青吸光光度法により測定した。pH については比較電極法により測定した。

また、焼成温度の変化に伴うセメント系覆砂材の表面状態を明らかにするために、走査型電子顕微鏡（以下、SEM という）により表面状態を観察した。

*鳥取大学大学院連合農学研究所, United Graduate School of Agricultural Science, Tottori University, **日本ジッコウ株式会社, Nippon-Jikkou Co.Ltd, ***島根大学生物資源科学部, Faculty of Life and Environmental Science, Shimane University, ****高知大学農学部, Faculty of Agriculture, Kochi University, キーワード: 解体コンクリート微粒分, セメント系覆砂材, リン除去性能

3. 結果と考察

リン酸イオン濃度の経時変化を図-1 に示す。なお、造粒後に 20°Cで湿潤養生したセメント系覆砂材を Cont, 造粒直後に 100°C, 300°C, 450°Cで焼成したセメント系覆砂材を、それぞれ Cont100, Cont300, Cont450 とする。全てのサンプルでリン酸イオン除去機能が確認でき、特に Cont450>Cont300>Cont100>Cont と焼成温度が高いほどリン除去性能が大きくなることからわかる。特に Cont450 は他の三種類と比較して顕著な性能の差が現れ、リン除去速度も攪拌開始直後から大きいことが確認できる。

リン除去性能が向上した要因を明らかにするために、SEMで撮影した Cont と Cont450 の表面状態を写真-1 に示す。また、既往の研究からリン酸イオン除去には溶媒の pH が大きく影響することが明らかとなっているため、pH の経時変化を図-2 示す。両者の表面状態を比較すると、同倍率での撮影であることから、450°Cで焼成すると水和生成物の結晶構造が小さくなることからわかる。リン除去性能が大きくなった原因としては、微細構造の増加がリン酸イオンとの接触面積の増大につながり、大きなリン除去性能を示した可能性がある。今後、この水和生成物の化学組成について XRD を用いて分析を進める予定である。

また、各溶媒の pH は Cont450>Cont300>Cont100>Cont の順に高くなっている。佐藤ら (2005) は、解体コンクリートをリン酸溶液中に浸漬した場合には、カルシウムイオンと水酸化物イオンが水溶液中に溶出することで pH が上昇し、カルシウムイオンと水溶液中のリン酸イオンが晶析反応を起こすことを明らかにしている¹⁾。これらより、焼成温度を上げることで、セメント系覆砂材に含有するカルシウムイオンと水溶液中のリン酸イオンとの晶析反応が起こりやすい環境が形成されたと考えられる。

4. まとめと今後の展開

セメント系覆砂材の作製工程において、焼成工程を入れることは、セメント系覆砂材のリン除去性能を向上させるために有効的な手段であることが明らかとなった。また、焼成温度を 450°C以上とするすることで、セメント系覆砂材のリン除去性能は飛躍的に向上することを確認した。

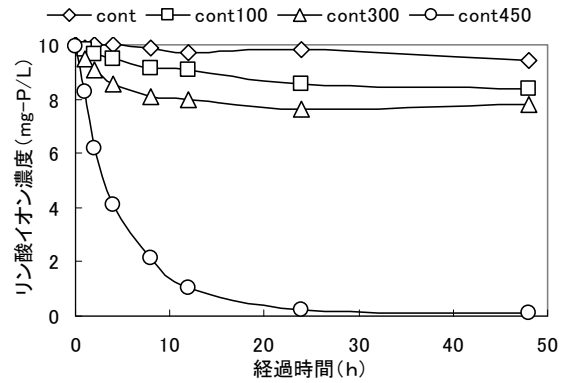
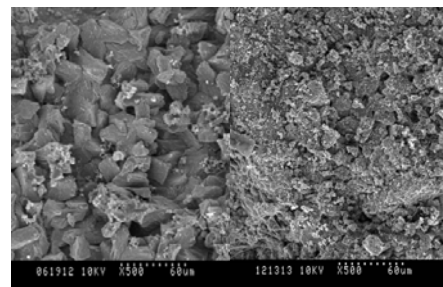


図-1 リン酸イオン濃度の経時変化
Change with time of phosphate ion concentration



Cont (×500) Cont450 (×500)

写真-1 覆砂材の表面状態
Surface shape of overlaying sand

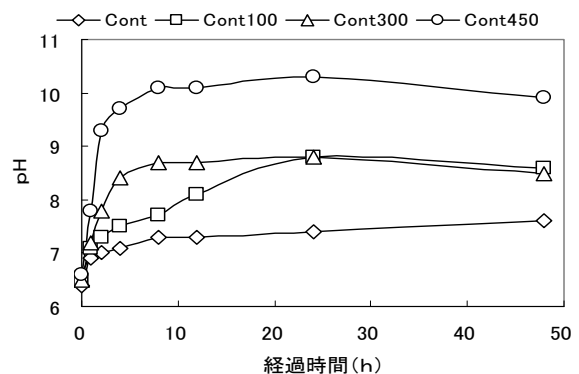


図-2 pHの経時変化
Change with time of pH

今後は、焼成温度の違いが水和反応生成物に及ぼす影響を明らかにするとともに、セメント系覆砂材を用いて底泥から溶出するリンの抑制効果について明らかにする予定である。

謝辞：本研究の遂行にあたり多大なご協力を頂きました島根大学大学院生物資源研究科施設材料工学研究室の専攻生諸氏に感謝します。

参考文献

- 1) 佐藤周ら (2005) : 解体コンクリートの水質浄化資材としての利用性に関する基礎的研究, 農業土木学会論文集, No.238, p91-96